

ANALISIS SIFAT FISIK BIJI KAKAO PADA BERBAGAI METODE FERMENTASI DAN KONSENTRASI FERMIPAN

ANALYSIS OF PHYSICAL PROPERTIES OF RAW COCOA BEANS UNDER VARIOUS FERMENTATION METHODS AND FERMIPAN CONCENTRATIONS

Alfred Lodewyk Patty
Dosen Politeknik Padamara Tobelo
email : pattyalfred76@gmail.com

Diterima: 8 November 2018

Disetujui 20 Desember 2018

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sifat fisik biji kakao hasil fermentasi pada berbagai metode fermentasi dan konsentrasi fermipan. Melalui penelitian ini diharapkan akan teridentifikasi metode fermentasi yang efektif guna menghasilkan biji kakao yang bermutu. Masing-masing sebanyak 10 kg biji kakao segar diberi perlakuan fermipan dengan konsentrasi 0,5% b/v dan 1% b/v dan difermentasi menggunakan metode kotak kayu, keranjang plastik dan tumpukan tanpa pembalikan. Fermentasi dilakukan secara aerob pada suhu ruang dan berlangsung selama 6 hari (144 jam). Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu biji kakao yang difermentasi mengalami peningkatan secara signifikan pada jam ke-24 selanjutnya menurun secara perlahan hingga akhir fermentasi, kecuali pada biji kakao yang ditumpuk. Suhu tertinggi fermentasi sebesar 42 °C dijumpai pada biji kakao yang ditempatkan dalam kotak kayu. Selama fermentasi terjadi peningkatan nilai pH pulp massa biji kakao seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi dan mencapai puncak pada jam ke-144. Nilai pH tertinggi sebesar 7,02 dijumpai pada massa biji kakao yang ditempatkan dalam keranjang plastik dengan pemberian fermipan 1% b/v. Secara keseluruhan biji kakao yang difermentasi dalam kotak kayu dengan penambahan fermipan 1 % b/v memiliki kandungan *shell content* 15,05% dengan parameter kualitas ; berwarna coklat 90 %, biji tidak terfermentasi sempurna 2 %, terserang serangga 1,14% dan mengalami perkecambahan 1,90%.

Kata kunci : *biji kakao, fermentasi, fermipan, mutu.*

Abstract

This research was done to analyze physical properties of fermented cocoa beans using various fermentation methods and fermipan concentrations. The aim of this study was to identify effective fermentation methods to produce quality cocoa beans. For each trial 10 kg of fresh cocoa beans were treated with fermipan in concentrations 0.5% w/v and 1% w/v. Fermentation trials were conducted in wooden boxes, plastic baskets and in heaps without turning the materials. The trials were conducted aerobically at room temperature for the next 6 days (144 hours). The results showed that the cocoa bean temperature increased significantly the 24th hour of fermentation and then slowly decreased until the end of the fermentation period except for the beans in heaps. The highest temperature of 42°C was found in beans in wooden boxes using the 1% w/v fermipan concentration. During fermentation, the pH of the pulp increased according to the period of fermentation and reached a peak at 144 hour. The highest pH was 7.02 found in beans placed in plastic baskets with 1% w/v of fermipan concentration. Overall the cocoa beans which fermented in wooden boxes with 1% w/v of fermipan gave the best quality with shell content of 15.05 %, brown color intensity of 90%, unfermented beans 2%, insect infestation 1.14% and beans germinated 1.90%.

Keywords ; *Cocoa beans, fermentation, fermipan, quality*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara produsen dan eksportir kakao terbesar ketiga dunia setelah Ghana dan Pantai Gading. Diperkirakan luas areal perkebunan kakao Indonesia tahun 2017 sebesar 1,724 juta hektar atau naik sebesar 0,2 % dari tahun 2016 (BPS, 2018). Menurut status pengusahaannya, sebagian besar perkebunan kakao di Indonesia didominasi oleh perkebunan rakyat yaitu sebesar 1,68 juta hektar (97,55 %), sementara perkebunan swasta mengusahakan 27,34 ribu hektar (1,59 %) dan perkebunan besar negara hanya sebesar 14,79 ribu hektar (0,86 %) (BPS, 2018).

Perkembangan produksi Biji Kakao dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2016 menurun sekitar 8,67 persen. Pada tahun 2013 produksi Biji Kakao sebesar 720,9 ribu ton, menurun menjadi 658,4 ribu ton pada tahun 2016 dan pada tahun 2017 diperkirakan produksi Biji Kakao akan menurun menjadi 657,1 ribu ton (7 %) menurut data BPS (2018). Adapun produksi biji kakao Indonesia sebagian besar di ekspor dan sebagian lagi dikonsumsi di dalam negeri. Total ekspor kakao Indonesia selama lima tahun terakhir mengalami fluktuasi. Pada tahun 2013 total volume ekspor mencapai 414,09 ribu ton dengan total nilai sebesar US\$ 1,13 milyar, menurun menjadi 354,88 ribu ton pada tahun 2017 dengan total nilai sebesar US\$ 1,12 milyar (BPS, 2018).

Di pasaran Internasional, biji kakao asal Indonesia memiliki harga jual yang tergolong rendah. Beberapa faktor yang menyebabkan harga jual yang rendah antara lain; biji kakao yang dijual didominasi oleh biji tanpa fermentasi, biji dengan kadar kotoran tinggi, serta terkontaminasi serangga, jamur atau mikotoksin (Wahyudi, dkk., 2008). Fermentasi biji kakao merupakan salah satu cara untuk meningkatkan mutu, harga jual dan daya saing biji kakao Indonesia. Tujuan dari fermentasi kakao secara khusus adalah untuk menghancurkan lapisan pulp yang membungkus biji sehingga mudah dilepaskan; mempercepat pengeringan biji kakao; mematikan biji supaya terjadi reaksi kimia dan biokimia sehingga pada akhirnya akan dihasilkan senyawa bakal flavor (cita rasa) (Supriyanto, 2009).

Kebanyakan petani di Indonesia termasuk di Halmahera Utara belum melakukan fermentasi dalam penanganan pasca panen kakao, hal ini dapat disebabkan karena rendahnya pengetahuan petani mengenai manfaat fermentasi. Pada bagian lain waktu yang dibutuhkan untuk proses fermentasi cukup lama berkisar antara 5-7 hari (Aikpokpodion dan Dongo, 2010). Oleh karena itu perlu dicari suatu model atau metode fermentasi biji kakao yang dari sisi waktu lebih singkat, tidak membutuhkan teknologi yang tinggi, berbiaya rendah namun efektif untuk menghasilkan biji

kakao yang bermutu. Salah satu usaha untuk meningkatkan efisiensi fermentasi biji kakao adalah melalui penambahan ragi. Hasil penelitian Rahardjo (1988) dalam Supriyanto (2009) memperlihatkan bahwa pada fermentasi 20 kg biji kakao yang ditambahkan ragi 0,025 % - 0,1 % dapat meningkatkan pH pulp dan suhu tumpukan biji serta dapat memperpendek waktu fermentasi dengan mutu biji kakao yang lebih baik. Peranan ragi yang mengandung *S. cerevisiae* dalam fermentasi biji kakao adalah menghidrolisis sukrosa yang terdapat di dalam pulp menjadi glukosa dan fruktosa oleh enzim invertase (de Melo Pereira *et al.*, 2013) selanjutnya mengubahnya menjadi alkohol (Visintin *et al.*, 2017). Alkohol yang terbentuk tersebut kemudian dirubah lagi

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Dasar Politeknik Perdamaian

Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari buah kakao dan fermipan (ragi). Buah kakao yang digunakan adalah buah yang telah masak ditandai dengan perubahan warna kulit buah dari merah atau hijau menjadi merah kekuningan atau hijau kekuningan. Buah kakao

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi; wadah fermentasi berupa kotak kayu dan keranjang plastic, timbangan, pH

menjadi asam asetat yang selain menyebabkan kematian biji kakao, juga berperan dalam pembentukan senyawa bakal flavor pada saat penyangraian biji kakao. Terdapat berragam jenis dan metode fermentasi biji kakao yang dapat diterapkan, namun efektifitasnya sangat dipengaruhi karakteristik bahan dan kondisi di lapangan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fisik biji kakao hasil fermentasi pada berbagai metode fermentasi dan konsentrasi fermipan. Melalui penelitian ini diharapkan akan teridentifikasi metode fermentasi yang efektif guna menghasilkan biji kakao yang bermutu dan dapat direkomendasikan kepada petani kakao di wilayah Halmahera Utara.

Halmahera Tobelo dan berlangsung selama 2 bulan dari bulan Maret hingga April 2016.

diperoleh dari petani kakao di desa Luari Kecamatan Tobelo Utara. Sedangkan fermipan (ragi) yang diproduksi oleh DSM Bakery Ingredients, Mijlweg 77 Dordrecht-Holland diperoleh dari salah satu toko swalayan di kota Tobelo

tester, thermometer, baker glas 100 ml, pipit 10 ml, kamera, pisau cutter, plastic pan, dan alat tulis

Prosedur Penelitian

Buah kakao yang telah masak dibelah/dipecah menggunakan kayu untuk memisahkan biji dengan kulit buahnya. Biji yang telah terpisah dari kulit buah selanjutnya dipisahkan dari plasentanya. Biji yang telah terpisah dari plasenta selanjutnya ditimbang, masing-masing sebanyak 10 kg berat basah. Biji kakao yang telah ditimbang selanjutnya ditempatkan ke dalam kotak kayu, keranjang plastic dan ditumpuk.

Parameter Penelitian

Parameter penelitian yang diamati dan diukur terdiri dari; suhu, pH, *shell content*, rasio pulp biji, dan warna kotiledon.

1) Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang digunakan untuk mengevaluasi fermentasi biji kakao. Termometer yang digunakan untuk mengukur suhu adalah termometer batang yang ditancapkan ke dalam massa biji kakao sedalam 10 cm setiap 24 jam sampai akhir fermentasi di hari ke-6 (Binh *et al.*,2012).

2) pH

pH pulp ditentukan menggunakan metode AOAC (1990) dalam Binh *et al.*,(2012). Sebanyak 5 g biji kakao dihomogenisasi dalam 45 ml air mendidih, selanjutnya disaring menggunakan kertas Whatman No.4. Filtrat didinginkan sampai suhu 20 - 25 °C, selanjutnya diukur pH pulp menggunakan pH tester dengan pengulangan sebanyak 2 kali.

3) *Shell content*

Kedalam masing-masing wadah ditambahkan fermipan sesuai dosis kemudian ditutup menggunakan daun pisang dari atas dan difermentasi selama 144 jam (6 hari). Biji kakao yang telah difermentasi selama 144 jam (6 hari) kemudian dijemur selama 2 hari atau sampai kering untuk mendapatkan biji kakao dengan kadar air 6-7 %. Biji kakao yang telah kering selanjutnya dimasukkan ke dalam kantong plastik untuk keperluan analisis.

Shell content merupakan salah satu parameter penting dari biji kakao kering. Sebanyak 100 biji kakao kering diambil dari masing-masing perlakuan yang diuji dan dihitung rasio kulit-bijinya menurut metode AusAID, (2006) dalam Binh *et al.*,(2012).

4) Warna bagian dalam biji (kotiledon)

Warna kotiledon menunjukkan kualitas biji kakao kering dan diuji menggunakan metode *cut test score* (Binh *et al.*,2012). Kotiledon berwarna coklat menunjukkan biji kakao yang paling baik dengan proses fermentasi yang paling baik pula, untuk kotiledon berwarna ungu-kecoklatan masih menunjukkan biji kakao baik dan fermentasi berjalan cukup baik. Untuk kotiledon yang berwarna ungu menunjukkan fermentasi berjalan sebagian, dan jika kotiledon berwarna hitam menunjukkan tidak terjadi fermentasi. Sebanyak 300 biji kakao kering diambil dan dibelah melintang (memanjang) menggunakan pisau dan

permukaan kotiledon diekspose untuk diuji secara visual. Pengamatan dilakukan terhadap warna dengan menghitung rasio brown, part purple-

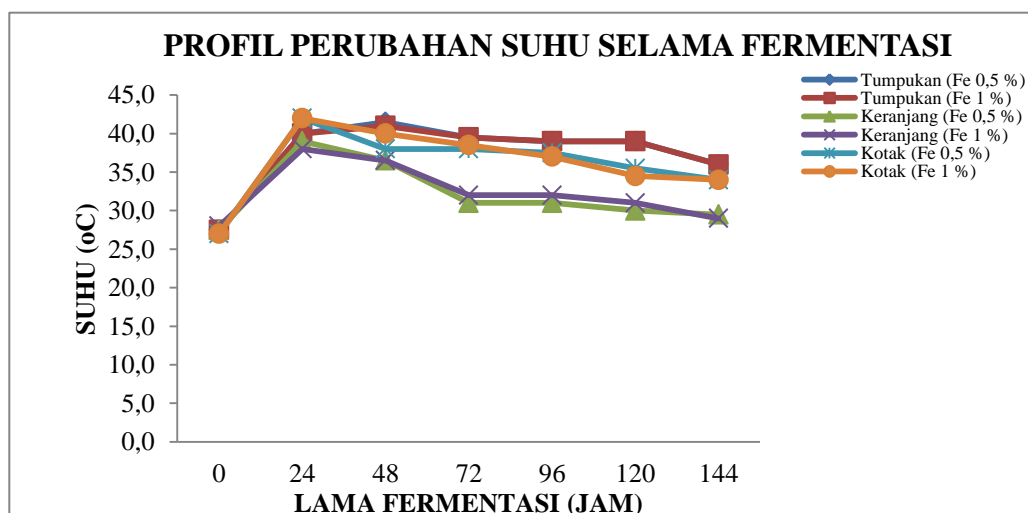
brown, purple, slate bean (Binh *et al.*,2012). $Cut\ Test\ Score = (10 \times \% \textit{fully brown}) + (5 \times \% \textit{partly purple - brown}) + (0 \times \% \textit{fully purple and slate})$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Suhu

Hasil pengukuran terhadap suhu massa biji kakao seperti yang ditampilkan pada gambar 1 menunjukkan bahwa pada awal fermentasi (jam ke-0) suhu berkisar antara 27°C – 28°C. Suhu massa biji kakao kemudian mengalami peningkatan secara drastis pada jam ke-24 menjadi 38 °C - 42 °C, selanjutnya mengalami penurunan secara perlahan pada jam ke-36 hingga akhir fermentasi, kecuali pada massa biji kakao yang ditumpuk dimana masih mengalami peningkatan pada jam ke-48 mencapai 41,5°C. Suhu tertinggi dijumpai pada massa biji yang ditempatkan dalam kotak kayu dengan pemberian fermipan 0,5 % b/v dan 1% b/v yakni sebesar 42 °C. Hal ini

mengindikasikan bahwa proses fermentasi lebih aktif terjadi pada kotak kayu dibandingkan dengan wadah lainnya meskipun perbedaannya tidak signifikan. Adanya kenaikan suhu ini berhubungan dengan aktivitas mikroorganisme termasuk yeast di dalam ragi yang melakukan perombakan senyawa organik utamanya pulp menjadi senyawa organik yang lebih sederhana. Hal ini sejalan dengan pendapat Lopez (1986) dalam Gildemberg *et al.*, (2008) yang menyatakan bahwa selama fermentasi biji kakao, yeast dan bakteri asam laktat akan mengkonsumsi gula dan asam organik yang terdapat dalam pulp untuk memproduksi etanol dan asam laktat.



Gambar 1. Diagram Profil Perubahan Suhu

Menurutnya setelah 48 jam fermentasi, enzim pectinolytic yang dihasilkan yeast akan mendegradasi pulp biji kakao. Pulp yang mengandung gula selanjutnya dikonsumsi oleh yeast dan mengubahnya menjadi etanol. Etanol yang terbentuk itu kemudian dioksidasi oleh bakteri asam asetat untuk menghasilkan asam asetat, karbon dioksida dan panas. Panas yang dihasilkan dari perombakan inilah yang menyebabkan terjadinya kenaikan suhu massa biji kakao selama proses fermentasi. Dengan adanya panas dan asam asetat akan menyebabkan kematian biji sehingga beberapa enzim yang terdapat dalam biji (proteases dan polyphenol oxidases) dan substrates (anthocyanins, flavanols, phenols dan protein cadangan) akan terpisah.

Fermentasi biji kakao berlangsung dalam 2 (dua) fase, dimana fase I melibatkan reaksi-reaksi yang terjadi di dalam pulp dan fase II melibatkan reaksi hidolisis yang terjadi di dalam keeping biji (Pereira *et al.*, 2012). Fase pertama berlangsung pada kisaran suhu 25 – 45°C sedangkan Fase II berlangsung pada kisaran suhu 42-52°C (Kedow *et al.*, 2015). Menurut suhu optimum fermentasi berkisar antara 44 - 47 °C dan suhu optimum untuk aktivitas beta-glykosidase yang bertanggung jawab untuk memecahkan antocyanin secara hidrolitik adalah sekitar 45 °C, namun dalam penelitian ini suhu maksimum yang dicapai hanya sebesar 42 °C, hal ini diduga disebabkan karena massa biji kakao yang difermentasi relatif sedikit hanya 10 kg

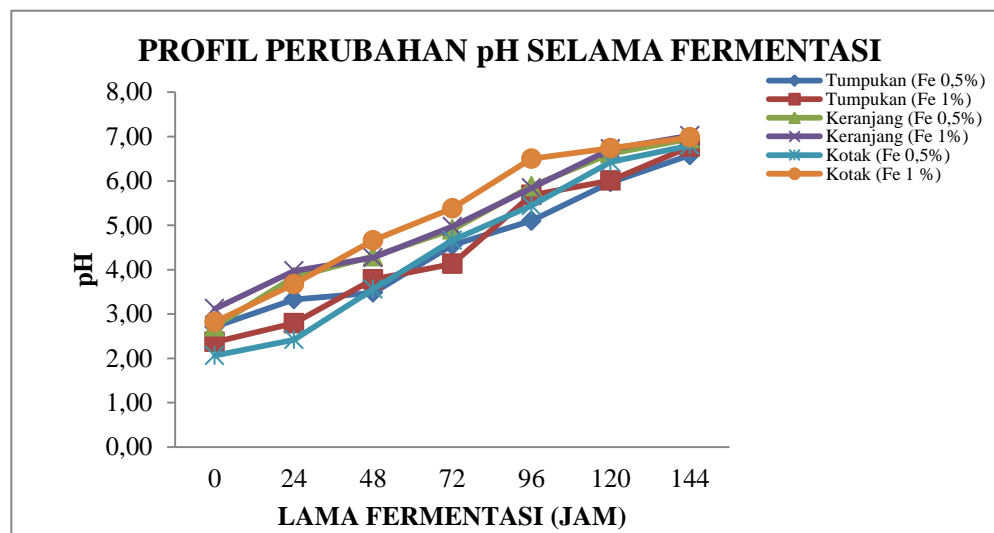
sehingga turut mempengaruhi kenaikan suhu massa biji kakao tersebut. Dari data yang ditunjukkan oleh gambar 1 di atas terlihat bahwa terjadi kenaikan suhu yang drastis pada 24 jam pertama dan ini terjadi pada semua perlakuan dan metode fermentasi hal ini diduga disebabkan karena kondisi aerobik terjadi pada awal fermentasi. Kondisi aerobik yang terjadi pada awal fermentasi diduga disebabkan karena penambahan fermipan yang menyebabkan pelepasan lapisan pulp menjadi lebih cepat. Menurut Binh *et al.*, (2012) kecepatan pelepasan lapisan pulp biji kakao merupakan faktor utama yang mempengaruhi perubahan antara fase anaerob dan aerob pada fermentasi biji kakao. Menurut jika fermentasi aerob terjadi lebih awal akan menyebabkan peningkatan suhu massa biji kakao lebih cepat dan pembentukan asam asetat pun lebih cepat daripada asam laktat. Sehingga dari situ asam yang terbentuk akan mudah menguap pada saat biji dikeringkan sehingga kandungan asam dalam biji menjadi berkurang.

Profil pH

Hasil pengukuran terhadap pH pulp massa biji kakao seperti yang ditampilkan pada gambar 2 menunjukkan bahwa pada awal fermentasi (jam ke-0) pH pulp massa biji kakao sangat rendah (sangat masam) yang berkisar antara 2,06 – 3,97. Namun demikian nilai pH kemudian bergerak naik seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi. Hal ini terjadi pada semua metode fermentasi dan perlakuan pemberian

fermipan yang dicobakan. Nilai pH tertinggi diperoleh pada akhir fermentasi yakni sebesar 7,02 dijumpai pada massa biji kakao yang ditempatkan dalam keranjang plastik dengan pemberian fermipan 1% b/v, disusul massa biji kakao yang ditempatkan dalam kotak kayu dengan pemberian fermipan 1% b/v yakni sebesar 6,98. Naiknya nilai pH

massa biji kakao selama fermentasi diduga disebabkan karena terjadinya desimilasi asam sitrat oleh yeast dan bakteri asam laktat meskipun selama fermentasi juga terbentuk asam asetat dan asam laktat dari substrat gula dan alcohol namun jumlahnya lebih sedikit.



Gambar 2. Diagram Profil Perubahan pH

Data pada gambar 2, menunjukkan bahwa selama fermentasi nilai pH massa biji (pulp) cenderung meningkat sementara pH bagian dalam biji (kotiledon) diduga akan mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Camu *et al.*, (2008) bahwa selama fermentasi pH massa biji kakao akan meningkat sedangkan pH bagian dalam biji kakao akan menurun hal ini disebabkan karena asam-asam organik yang terbentuk selama fermentasi (asam asetat dan asam laktat) akan berdifusi ke dalam kotiledon menyebabkan pH di dalam biji menjadi rendah. Hasil penelitian Camu *et al.*, (2008) memperlihatkan bahwa

konsentrasi asam sitrat (*citric acid*) pada pulp cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu fermentasi, sedangkan sebaliknya konsentrasi asam asetat, asam laktat dan etanol cenderung mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya waktu hingga fermentasi berakhir. Dari sisi komponen aktif yang terdapat dalam biji kakao, selama fermentasi kandungan polifenol cenderung berkurang, kondisi ini juga terjadi pada senyawa aktif lain seperti epicatechin, catechin dan theobromine sedangkan caffeine cenderung stabil atau tidak

mengalami pengurangan selama fermentasi berlangsung.

Shell Content

Hasil pengukuran terhadap *shell content* biji kakao disajikan pada tabel 1 di bawah ini. Data pada tabel 1 memperlihatkan bahwa metode kotak kayu

dengan penambahan fermipan 1 % b/v memberikan hasil yang terendah (15,09 %). Dari hasil ini dapat diperoleh gambaran bahwa pada metode kotak kayu, proses dekomposisi dan pelepasan lapisan pulp berjalan lebih baik.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran *Shell Content* 100 Biji Kakao dari Berbagai Metode Fermentasi dan Konsentrasi Fermipan

Metode fermentasi	Konsentrasi fermipan (% b/v)	<i>Shell content</i> (%)		Total	Rerata
		Ulangan I	Ulangan II		
Tumpukan	0.5	15.76	16.23	31.99	16.00
	1	16.03	16.54	32.57	16.29
Keranjang	0.5	16.45	16.44	32.89	16.45
	1	16.78	16.56	33.34	16.67
Kotak	0.5	15.12	14.98	30.1	15.35
	1	15.35	15.23	30.58	15.09
Jumlah		95.49	95.98	191.47	15.96

Hal ini secara nyata nampak pada penampakan biji kakao yang dihasilkan metode kotak kayu lebih mulus dan bersih. Semakin tinggi rasio *shell content* terhadap biji menunjukkan masih terdapatnya lapisan pulp yang menempel pada biji kakao sehingga diasumsikan proses dekomposisi pulp oleh mikroorganisme termasuk yeast tidak optimal dan hal ini sangat dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya strain mikroorganisme, komposisi pulp (sebagai substrat), pH maupun suhu. Faktor-faktor tersebut sangat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme termasuk yeast untuk melakukan dekomposisi. Hasil penelitian Binh *et al.*,(2012) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara

shell content yang dimiliki oleh kontrol (tanpa perlakuan penambahan enzim) dengan yang diberi perlakuan enzim 40 dan 60 mg enzim/kg biji kakao segar. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan mendegradasi lapisan pulp sangat dipengaruhi oleh faktor mikroorganisme itu sendiri dan juga faktor lingkungan.

Warna Keping Biji (kotiledon)

Hasil pengamatan terhadap warna kotiledon menggunakan *cut test score* disajikan pada tabel 2. Data pada table 2 memperlihatkan bahwa untuk ke-3 metode fermentasi memberikan hasil baik ditandai dengan persentasi warna coklat (*brown*) > 80 %, sehingga diasumsikan proses fermentasi berjalan dengan baik.

Tabel 2. Nilai Cut Test Score Biji Kakao Kering pada Berbagai Metode Fermentasi dan Konsentrasi Fermipan

Metode fermentasi	Konsentrasi fermipan (% b/v)	Cut test score (%)						
		<i>Slaty</i>	<i>Fully purple</i>	<i>Purple brown</i>	<i>Brown</i>	<i>Germinated</i>	<i>Mouldy</i>	<i>Insect</i>
Tumpukan	0,5 %	2.70	2.25	2.45	87.00	1.95	2.20	1.45
	1%	2.00	2.00	2.20	89.00	2.00	1.60	1.20
Keranjang	0,5 %	3.00	1.90	3.70	83.00	3.60	2.60	2.20
	1%	2.20	1.70	1.20	88.00	3.10	2.05	1.75
Kotak	0,5 %	2.80	1.30	1.20	88.00	3.10	1.85	1.75
	1%	2.00	1.70	1.36	90.00	1.90	1.90	1.14

Massa biji kakao yang ditempatkan dalam kotak kayu dengan penambahan fermipan 1 % b/v memberikan persentase warna coklat tertinggi (90 %), hal ini mengindikasikan bahwa kualitas biji kakao yang dihasilkan dari metode ini relative lebih baik, meskipun tidak berbeda jauh dengan metode penumpukan. Sementara untuk persentase biji kakao yang terkena jamur (*mouldy*) pada metode tumpukan sedikit lebih rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan karena fluktuasi suhu massa biji kakao dalam tumpukan relative rendah jika dibandingkan dengan fluktuasi dalam wadah kotak kayu maupun keranjang plastik, sehingga memungkinkan infeksi jamur pada

biji kakao dalam tumpukan menjadi rendah. Pada bagian lain persentase biji kakao di dalam kotak kayu maupun yang ditumpuk yang tidak terfermentasi sempurna (*slaty*) juga relative rendah atau hanya sebesar 2 %. Hal yang sama juga ditunjukkan untuk parameter kualitas terserang serangga (*insect*) maupun yang mengalami perkecambahan (*germinated*). Dari gambaran tentang parameter kualitas biji kakao di atas, maka dapat dinyatakan bahwa fermentasi dengan metode kotak kayu relatif lebih baik dan dari sisi teknis lebih mudah untuk dilakukan oleh para petani di Halmahera Utara.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Biji kakao yang difermentasi mengalami peningkatan suhu secara signifikan pada jam ke-24 selanjutnya menurun secara perlahan pada jam ke-36 hingga akhir fermentasi, kecuali pada massa biji kakao

yang ditumpuk. Suhu tertinggi fermentasi sebesar 42 °C dijumpai pada massa biji kakao yang ditempatkan dalam kotak kayu.

2. Terjadi peningkatan nilai pH massa biji kakao seiring dengan bertambahnya

- waktu fermentasi dan mencapai puncak pada jam ke-144 dengan nilai pH tertinggi 7,02 dijumpai pada massa biji kakao yang ditempatkan dalam keranjang plastik dengan pemberian fermipan 1% b/v, disusul massa biji kakao yang ditempatkan dalam kotak kayu dengan pemberian fermipan 1% b/v sebesar 6,98.
3. Nilai *shell content* biji kakao terendah sebesar 15,09 % dijumpai pada massa biji kakao yang ditempatkan dalam kotak kayu dengan penambahan fermipan 1 % b/v yang menandakan proses dekomposisi dan pelepasan lapisan pulp berjalan secara baik.
 4. Biji kakao yang difermentasi dalam kotak kayu dengan penambahan fermipan 1 % b/v memiliki parameter kualitas warna coklat tertinggi sebesar 90 %, biji tidak terfermentasi sempurna (*slaty*) 2 %, terserang serangga (*insect*) 1,14% dan mengalami perkecambahan (*germinated*) 1,90%.

Saran

Metode kotak kayu merupakan salah satu metode fermentasi yang baik untuk menghasilkan biji kakao yang berkualitas dan dapat diadopsi oleh masyarakat petani kakao di Halmahera Utara.

DAFTAR PUSTAKA

- Aikpokpodion P.E. and L.N. Dongo, 2010. Effects of fermentation intensity on polyphenols and antioxidant capacity of cocoa beans. *Int. J. Sustain. Crop Prod.* 5(4):66-70.
- Badan Pusat Statistik, 2018. Statistik Kakao Indonesia 2017. © Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Binh P.T, HoaiTram Tr.T, Thuong N.V, Thao P.V, ThamHa Tr.T. and Hoang Anh Tr.T. 2012. Using invertase (*Novozyme*) in cocoa for improving bean quality and fermentation process in Vietnam. *Journal of Agricultural Technology* 8 (1): 93-102.
- Camu, N.; Gonzalez, A.; De Winter, T.; Van Schoor, A.; De Bruyne, K.; Vandamme, P.; Takrama, J.5.; Addo, S.K.; De Vuyst, L. 2008. Influence of Turning and Environmental Contamination on the Dynamics of Populations of Lactic Acid and Acetic Acid Bacteria Involved in Spontaneous Cocoa Bean Heap Fermentation in Ghana *Applied and Environmental Microbiology*, Vol. 74, No.1, pp.86-98.
- de Melo Pereira, G.V., Magalhães, K.T., de Almeida, E.G., da Silva Coelho, I., Schwan, R.F., 2013. Spontaneous cocoa bean fermentation carried out in a novel-design stainless steel tank: influence on the dynamics of microbial populations and physicochemical properties. *Int. J. Food Microbiol.* 161, 121-133.
- Gildemberg Amorim Leal Jr, Luiz Humberto Gomes, Priscilla Efraim, Flavio Cesar de Almeida Tavares & Antonio Figueira, 2008. Fermentation of cacao (*Theobroma cacao* L.) seeds with a hybrid *Kluyveromyces marxianus* strain improved product quality attributes. *FEMS Yeast Res* 8: 788–798.
- Kadow, D., Niemenak, N., Rohn, S., Lieberei, R., 2015. Fermentation-like incubation of cocoa seeds (*Theobroma cacao* L.) and reconstruction and guidance of the fermentation process.

LWT - Food Sci. Technol. 62, 357-361.

- Pereira, G.V. d. M., Miguel, M.G. d. C.P., Ramos, C.L., Schwan, R.F., 2012. Microbiological and physicochemical characterization of small-scale cocoa fermentations and screening of yeast and bacterial strains to develop a defined starter culture. *Appl. Environ. Microbiol.* 78, 5395-5405.
- Supriyanto, 2009. Pasca panen dan pengolahan biji kakao. Bahan ajar. FTP,UGM. Yogyakarta.
- Visintin, S., Ramos, C.L., Batista, N.N., Dolci, P., Schwan, R.F., Cocolin, L., 2017. Impact of *Saccharomyces cerevisiae* and *Torulaspora delbrueckii* starter cultures on cocoa beans fermentation. *Int. J. Food Microbiol.* 257, 31-40.
- Wahyudi T., Panggabean R., dan Pujiyanto, 2008. Kakao, Manajemen Agribisnis dari Hulu Hingga Hilir. Penebar Swadaya, Jakarta.